

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-333823

(43)Date of publication of application : 02.12.1994

(51)Int.Cl.

H01L 21/20  
G02F 1/136  
H01L 21/268  
H01L 21/324  
H01L 21/336  
H01L 29/784

(21)Application number : 05-142529

(71)Applicant : FUJI XEROX CO LTD

(22)Date of filing : 24.05.1993

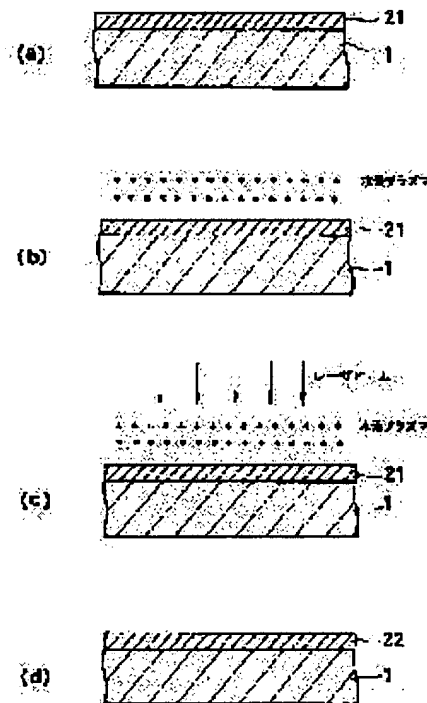
(72)Inventor : MIYAMOTO YASUMASA  
FUSE MARIO

## (54) MANUFACTURE OF POLYCRYSTALLINE SILICON FILM, MANUFACTURE OF THIN FILM TRANSISTOR AND REMOTE PLASMA DEVICE

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To improve hydrogenation without damaging a thin film transistor in a hydrogenation treatment method of a thin film transistor wherein polycrystalline silicon is made a semiconductor active layer.

**CONSTITUTION:** This device is provided with a first process for forming an amorphous silicon film 21 on an insulating substrate 1 and a second process for recrystallizing the amorphous silicon film 21 to form a polycrystalline silicon film 22 by casting laser beam thereon in hydrogen plasma or in atmosphere containing hydrogen plasma. Thereby, while the amorphous silicon film 21 is recrystallized to form the polycrystalline silicon film 22, dangling bond in the film is terminated with hydrogen.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

**\* NOTICES \***

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] The manufacture approach of the polycrystalline silicon film characterized by providing the 2nd process which irradiates a laser beam on said amorphous silicon film in the 1st process which forms the amorphous silicon film on an insulating substrate, and an ambient atmosphere including the inside of the hydrogen plasma, or the hydrogen plasma, and the polycrystalline silicon film is made to recrystallize.

[Claim 2] The 1st process which forms the amorphous silicon film on an insulating substrate, and the 2nd process which carries out surface treatment of said amorphous silicon film with the hydrogen plasma in an ambient atmosphere including the inside of the hydrogen plasma, or the hydrogen plasma, The 3rd process which irradiates a laser beam on the amorphous silicon film in the ambient atmosphere which includes the inside of the hydrogen plasma, or the hydrogen plasma succeeding said 2nd process, and the polycrystalline silicon film is made to recrystallize, The 4th process which carries out patterning of said polycrystalline silicon film, and forms a semi-conductor layer, The 5th process which forms the gate dielectric film which covers this semi-conductor layer, and the 6th process which forms a gate electrode on this gate dielectric film, The manufacture approach of the thin film transistor characterized by providing the 7th process which performs an ion implantation and forms the source and a drain field in said semi-conductor layer by using this gate electrode as a mask.

[Claim 3] Remote plasma equipment characterized by having the plasma generating section, the introductory tube part which is open for free passage in this plasma generating section, and the rectangle or the circular circular canal section which is open for free passage to this introductory tube part, and forming two or more holes in the annular core side of said circular canal section.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the manufacture approach of the polycrystalline silicon film and a thin film transistor, and relates to the remote plasma equipment used in the approach of a hydrogen treating of making the semi-conductor layer which consists of polycrystalline silicon especially diffusing a hydrogen atom, and aiming at reduction of the trap consistency of polycrystalline silicon, and said approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, as a switching element of the actuation circuit of the liquid crystal display of an active mold, or the contact type image sensor of a matrix actuation mold, the thin film transistor (TFT) of a thin film laminated structure is used. As shown in drawing 4, a thin film transistor carries out patterning of the semi-conductor film deposited on the insulating substrate 11, and forms the island-like semi-conductor layer 12. Gate dielectric film 13 and the island-like gate electrode 14 are formed on this semi-conductor layer 12. By setting to barrier layer field 12a used as the channel of a transistor the semi-conductor layer 12 located under the gate electrode 14, and performing an ion implantation by using the gate electrode 14 as a mask Source field 12b and drain field 12c are formed so that said barrier layer field 12a may be inserted. Source field 12b and drain field 12c consist of transistors of the electric field effect mold which connects and grows into the wiring electrodes 17 and 17 through the contact hole 16 punched at said gate dielectric film 13 and interlayer insulation film 15. As a barrier layer of said thin film transistor, although amorphous silicon (a-Si) and polycrystalline silicon (Poly-Si) are used, when unifying an actuation circuit, it is necessary to form by the polycrystalline silicon film with quick working speed.

[0003] In the thin film transistor which makes polycrystalline silicon a barrier layer, since the trap level by the uncombined hand of the silicon of the grain boundary of polycrystalline silicon existed, the obstruction potential which capture of a carrier occurred and met the grain boundary was formed, and there was a fault that the carrier mobility which is one of the transistor characteristics fell.

[0004] In order to remove the above-mentioned fault, conventionally, the hydrogen atom was introduced into the grain boundary of polycrystalline silicon after production of a thin film transistor, and the hydrogen treating which makes it combine with the uncombined hand of silicon, and reduces a trap consistency was performed. As the concrete approach of the above-mentioned hydrogen treating, as shown in JP,64-53553,A, diffusing a hydrogen atom by the application of pressure of 200-600 degrees C and 10 atmospheric-pressure extent and heat-treatment is proposed in the hydrogen ambient atmosphere after production of a thin film transistor as shown in said drawing 4, for example.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, according to the above-mentioned art, in order to introduce hydrogen into the semi-conductor layer 12 through an interlayer insulation film 15 and the wiring electrode 17 by thermal diffusion, there is a trouble that hydrogen processing effectiveness is low. Moreover, since application of pressure of hydrogen and heat-treatment were performed in the container, when a trifling flaw existed in a container, hydrogen might leak into atmospheric air, and there was a problem practically.

[0006] This invention was made in view of the above-mentioned actual condition, and it aims at offering the remote plasma equipment used by the manufacture approach of the polycrystalline silicon film which can raise hydrogenation effectiveness, and its approach in the hydrogen-treating approach of the thin film transistor which made polycrystalline silicon the semi-conductor barrier layer, without doing breakage to a thin film transistor.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In order to cancel the trouble of the above-mentioned conventional example, the manufacture approach of the polycrystalline silicon film indicated by claim 1 is characterize by providing the 2nd

process which irradiates a laser beam on said amorphous silicon film in the 1st process which forms the amorphous silicon film on an insulating substrate, and an ambient atmosphere including the inside of the hydrogen plasma, or the hydrogen plasma, and the polycrystalline silicon film is made to recrystallize.

[0008] The manufacture approach of the thin film transistor indicated by claim 2 is characterized by providing each following process. As the 1st process, the amorphous silicon film is formed on an insulating substrate. As the 2nd process, surface treatment of said amorphous silicon film is carried out with the hydrogen plasma in an ambient atmosphere including the inside of the hydrogen plasma, or the hydrogen plasma. A laser beam is irradiated on the amorphous silicon film in the ambient atmosphere which includes the inside of the hydrogen plasma, or the hydrogen plasma as the 3rd process succeeding said 2nd process, and the polycrystalline silicon film is made to recrystallize. As the 4th process, patterning of said polycrystalline silicon film is carried out, and a semi-conductor layer is formed. As the 5th process, the gate dielectric film which covers said semi-conductor layer is formed. As the 6th process, a gate electrode is formed on said gate dielectric film. As the 7th process, an ion implantation is performed by using said gate electrode as a mask, and the source and a drain field are formed in said semi-conductor layer.

[0009] The remote plasma equipment indicated by claim 3 has the plasma generating section, the introductory tube part which is open for free passage in this plasma generating section, and the rectangle or the circular circular canal section which is open for free passage to this introductory tube part, and is characterized by forming two or more holes in the annular core side of said circular canal section.

[0010]

[Function] According to the invention approach of claim 1, by carrying out laser annealing in the hydrogen plasma, termination of the dangling bond in the film is carried out from hydrogen at the same time it makes the amorphous silicon film recrystallize and considers as the polycrystalline silicon film.

[0011] In the 2nd process, by performing surface treatment of the amorphous silicon film by the hydrogen plasma, the natural oxidation film formed in the front face of the amorphous silicon film is returned, and, according to the invention approach of claim 2, mixing of the oxygen into the film at the time of laser annealing of a next process is prevented by reducing the oxygen density in the film. Moreover, since a laser annealing exposure in a hydrogen plasma ambient atmosphere performs the hydrogen treating of a semi-conductor layer before formation of gate dielectric film, installation of the hydrogen atom to a semi-conductor layer is performed directly, and a hydrogen treating can be performed efficiently.

[0012] In case a plasma ambient atmosphere will be made if an insulating substrate is arranged inside the circular canal section since a rectangle or the circular circular canal section is prepared according to invention of claim 3, the plasma can flow out of the hole of the circular canal section, and the plasma can be made to introduce into homogeneity in an insulating substrate side.

[0013]

[Example] One example of the manufacture approach of the thin film transistor concerning this invention is explained referring to a drawing. Drawing 1 and drawing 2 are the production process cross-section explanatory views of the thin film transistor which applied this invention approach. a glass substrate top -- diacid-ized silicon -- an ECR-CVD method -- 5000A thickness -- depositing -- an insulating substrate 1 -- forming -- this insulating substrate 1 -- LPCVD -- law and PECVD -- the amorphous silicon film 21 is deposited on 1000A thickness with law, an ECR-CVD method, a spatter, a vacuum deposition method, etc. ( drawing 1 (a)).

[0014] Next, BHF processing is performed and the natural oxidation film formed on said amorphous silicon film 21 is removed. Next, an insulating substrate 1 is inserted into the chamber 50 for laser annealing as shown in drawing 3 (a) and (b). In a chamber 50, the heater section 51 which keeps an insulating substrate 1 warm is formed, and the quartz window part 52 is formed in the top face. The laser beam 54 by which excimer laser equipment 53 was installed in the chamber 50 upper part, and outgoing radiation was carried out from excimer laser equipment 53 turns into the laser beam 56 orthopedically operated through the homogenizer 55, is drawn in a chamber 50 through said quartz window part 52, and irradiates the front face of the insulating substrate 1 laid on the heater section 51.

[0015] Moreover, in the chamber 50, the rectangular circular canal section 61 of remote plasma equipment 60 is arranged. A cross section is formed in the shape of a rectangle, and each tubing 61a, 61b, 61c, and 61d of the rectangular circular canal section 61 is arranged so that it may meet each side of the insulating substrate 1 laid in the heater section 51. Moreover, as shown in drawing 3 (c), two or more holes 62 are punched, and the plasma flows into the side face by the side of the direction of an annular core of each tubing from this hole 62. Tube part 61c of said rectangular circular canal section 61 is connected with the plasma generating section 63 installed in the exterior of a chamber 50 through the introductory tube part 64 in the center section. Moreover, the interior of a chamber 50 is opened for free passage by the exhaust air section 57.

[0016] After lengthening the interior of the above-mentioned chamber 50 to a vacuum, the hydrogen plasma is introduced from the plasma generating section 63 of the remote plasma equipment 60 connected with the chamber 50 interior, and the natural oxidation film produced when performing surface preparation and moving an insulating substrate 1 to the interior of a chamber by putting said insulating substrate 1 to the hydrogen plasma for 10 minutes is returned thoroughly ( [drawing 1 \(b\)](#)). Since runoff of the hydrogen plasma is made from the perimeter of an insulating substrate 1 from the above mentioned hole 62 of the rectangular circular canal section 61, it can make homogeneity the front face of an insulating substrate 1 introduce the hydrogen radical of the hydrogen plasma efficiently into the life. Moreover, in case this surface treatment is performed, since hydrogen will be spread on the amorphous silicon film 21, hydrogen will spout explosively at the time of the below-mentioned laser annealing and front-face nature will be remarkably degraded if the case where plasma power is too high, and the processing time are long, it needs to be careful.

[0017] Then, introducing the hydrogen plasma from remote plasma equipment 60, the KrF excimer laser light ( $\lambda = 248\text{nm}$ ) which made it generate with excimer laser equipment 53 is irradiated by the consistency of  $450\text{ mJ/cm}^2$ , and laser annealing is performed on the front face of the amorphous silicon film 21 of an insulating substrate 1 ( [drawing 1 \(c\)](#)). Since the amorphous silicon film 21 dissolves by this laser annealing and it is carried out in a hydrogen plasma ambient atmosphere, in case it is cooled, the polycrystalline silicon film 22 with which hydrogen termination (hydrogen treating) of the dangling bond by the hydrogen plasma was performed to crystallization and coincidence is formed ( [drawing 1 \(d\)](#)). That is, in the polycrystalline silicon film 22, it is made to inactivate by combining hydrogen with the silicon dangling bond (uncombined hand of silicon) of a grain boundary, it carbonates electrically, and a trap consistency is reduced.

[0018] Subsequently, patterning of said polycrystalline silicon film 22 is carried out to the shape of an island by photolithography and the etching method, and the semi-conductor layer 2 is formed. Next, diacid-ized silicon is deposited at a room temperature by the ECR-CVD method, PE-CVD method, a spatter, etc., and gate dielectric film 3 of  $1000\text{\AA}$  of thickness is formed. then, LPCVD -- law -- the polish recon film -- forming membranes -- this polish recon film -- FOTORISO -- patterning is carried out by law and the gate electrode 4 is formed ( [drawing 2 \(a\)](#)).

[0019] The dopant which introduced the impurity (Lynn or boron) into said semi-conductor layer 2 by the ion doping method by using the gate electrode 4 as a mask, formed source field 2b and drain field 2c in the semi-conductor layer 2 which confronts each other on both sides of the gate electrode 4, performed laser annealing, and was introduced into source field 2b and drain field 2c is activated ( [drawing 2 \(b\)](#)). Active-region 2a from which semi-conductor layer 2 part between source field 2b and drain field 2c turns into a channel part of a thin film transistor is formed. Moreover, since laser annealing performs activation of said dopant, process temperature can be made into  $370\text{ degrees C}$  or less.

[0020] Then, silicon oxide etc. is deposited at the substrate temperature of about  $300\text{--}350\text{ degrees C}$ , and an interlayer insulation film 5 is formed so that the introduced hydrogen atom may not escape ( [drawing 2 \(c\)](#)). and the gate dielectric film 3 and the interlayer insulation film 5 which are located on source field 2b and drain field 2c -- the contact hole 6 -- punching -- metal membranes, such as aluminum, -- film deposition -- and patterning is carried out and the wiring electrode 7 is formed ( [drawing 2 \(d\)](#)).

[0021] Since the hydrogen treating of the semi-conductor layer 2 is performed to an exposure and coincidence of the laser beam in the inside of a hydrogen ambient atmosphere to having diffused hydrogen through an interlayer insulation film 15 and gate dielectric film 13 according to the hydrogen-treating approach of the conventional example before formation of gate dielectric film 3 and an interlayer insulation film 5 according to the above-mentioned example, installation of the hydrogen atom to the semi-conductor layer 2 is performed directly, and improvement in hydrogen-treating effectiveness can be aimed at. Therefore, it can become possible to set up  $\text{H}^+$  plasma power low, the fixed charge generated in the interface of channel field 2a and gate dielectric film 3 etc. can be lessened, and the threshold electrical potential difference  $V_{th}$  can be stabilized. Moreover, regardless of channel field 2a, source field 2b, and drain field 2c, hydrogen can be introduced into the semi-conductor layer 2 at homogeneity.

[0022] Moreover, by performing surface treatment of the amorphous silicon film 21 by the hydrogen plasma before laser annealing which forms the polycrystalline silicon film 22, the natural oxidation film is returned, and when the amount of the oxygen contained in the polycrystalline silicon film 22 decreases, a trap level decreases. Consequently, mixing of the oxygen into the film at the time of laser annealing of degree process can be prevented, and the property of a thin film transistor can be raised. Moreover, in formation of deposition of gate dielectric film 3, source drain field 2b, and 2c etc., since the approach that process temperature can be suppressed low is used, it can stop lower than  $370\text{ degrees C}$ , the thing in which hydrogen is desorbed from the maximum temperature of a process and for which hydrogen is desorbed from the dangling bond of channel field 2a can be prevented, and the threshold electrical potential difference of a thin film transistor can be made into a good value. Furthermore, distortion of the glass at the time of

using a glass substrate as an insulating substrate 1 and generating of telescopic motion can be prevented by suppressing process temperature low.

[0023] In the above-mentioned example, although the hydrogen plasma was generated with remote plasma equipment 60, for example, the chamber which has the plasma generating section may be used, and the direct hydrogen plasma may be generated inside a chamber. As long as the laser for recrystallization is laser used for laser annealing, such as excimer laser, such as XeCl, and XeF, ArF, and Ar laser, it may be which laser. Moreover, although it deposited by the ECR-CVD method, PE-CVD method, the spatter, etc., as long as deposition at the temperature of 370 degrees C or less is possible for the diacid-ized silicon which forms gate dielectric film 3, it may be performed by the other approaches. Moreover, the gate electrode 4 may be formed by silicide film other than the polish recon film, such as metal membranes, such as aluminum (aluminum), molybdenum (Mo), chromium (Cr), and titanium (Ti), or PtSi, TiSi, and MoSi.

[0024]

[Effect of the Invention] Since according to the approach of claim 1 it is carrying out by carrying out laser annealing of the amorphous silicon film for the hydrogen treating of a semi-conductor layer in the hydrogen plasma in case a hydrogen treating is carried out to recrystallization and coincidence and the polycrystalline silicon film is obtained, installation of the hydrogen atom to a semi-conductor layer can be performed directly, a hydrogen treating can be performed efficiently, and the processing time can be shortened.

[0025] Since according to the approach of claim 2 hydrogen plasma treatment of the amorphous silicon film can be carried out and the scaling film can be further returned before laser annealing, a trap level can be decreased, mixing of the oxygen into the film at the time of laser annealing of degree process can be prevented, and improvement in the property of a thin film transistor can be aimed at. Moreover, since a hydrogen treating is simultaneously performed at the time of formation of the polycrystalline silicon film, the breakage to the wiring electrode of a thin film transistor etc. is not produced, and improvement in a throughput can be aimed at.

[0026] In case a plasma ambient atmosphere will be made if a substrate is arranged inside the circular canal section since a rectangle or the circular circular canal section is prepared according to the equipment of claim 3, the plasma flows out of the hole of the circular canal section, in the insulating-substrate side installed inside the circular canal section, the plasma can be made to be able to introduce into homogeneity and the plasma ambient atmosphere for which it was suitable in said approach can be created.

---

[Translation done.]

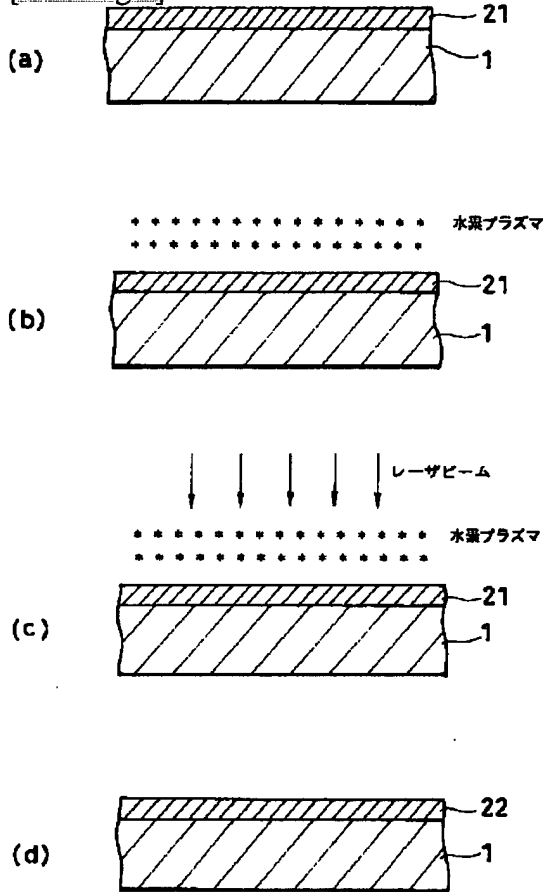
## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

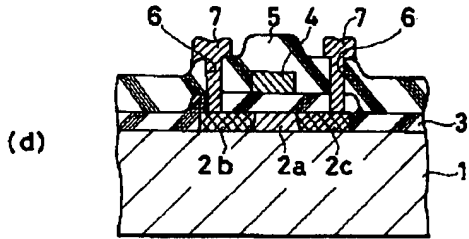
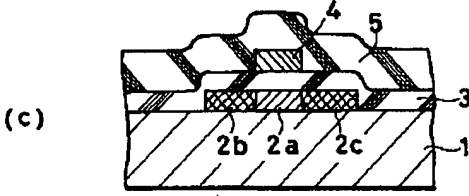
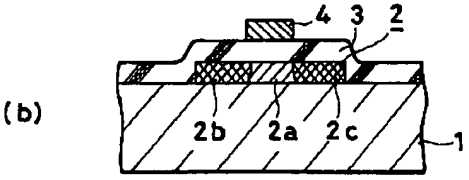
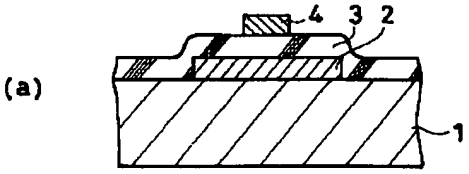
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

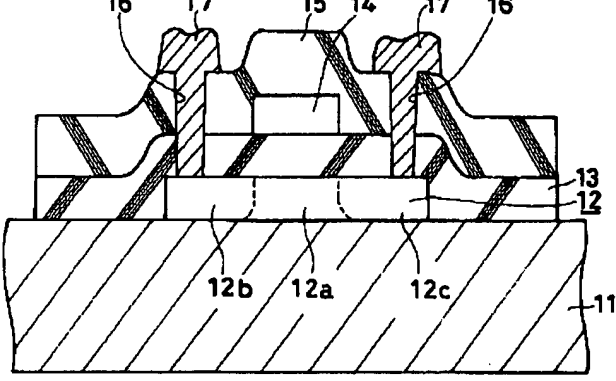
[Drawing 1]



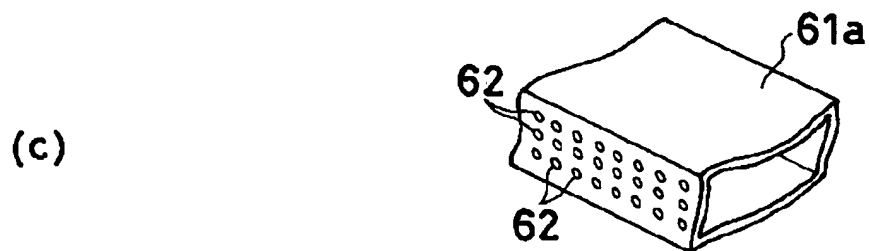
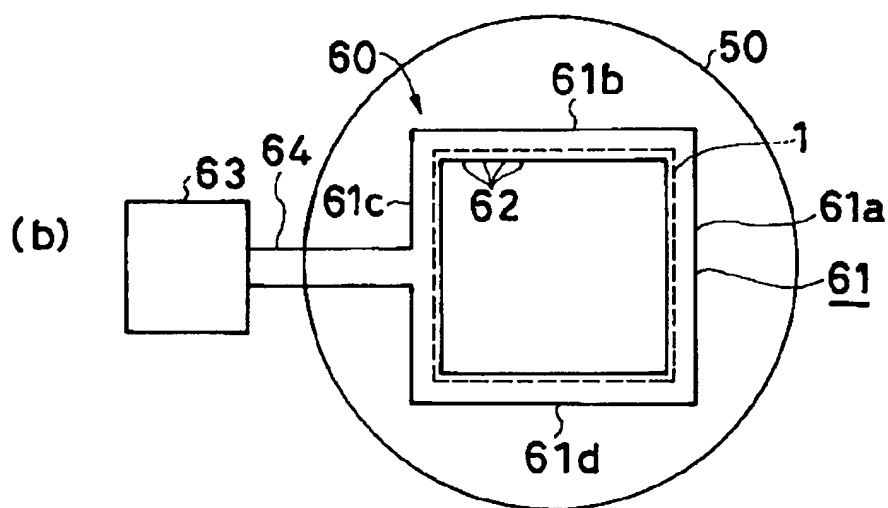
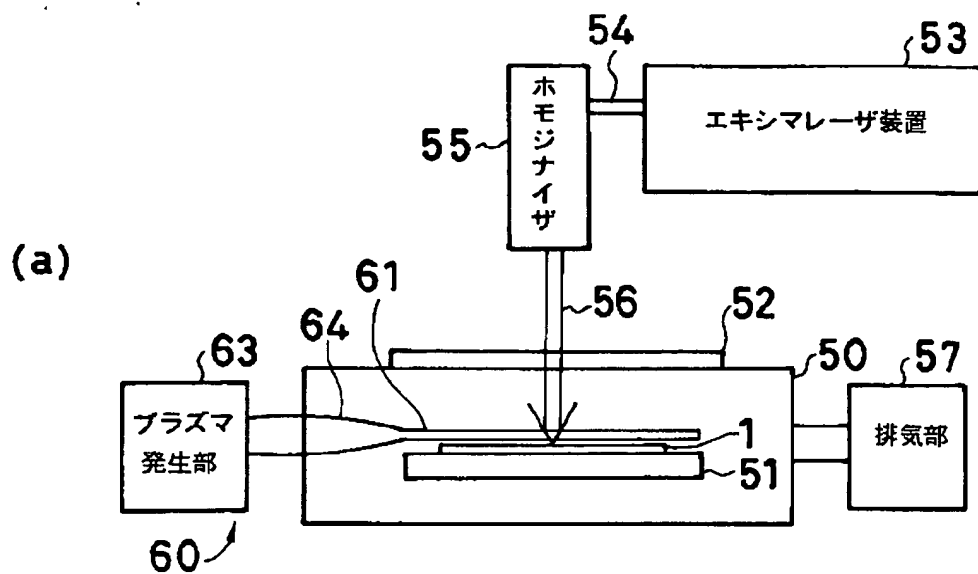
[Drawing 2]



[Drawing 4]



[Drawing 3]



[Translation done.]

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/20		8122-4M		
G 0 2 F 1/136	5 0 0	9119-2K		
H 0 1 L 21/268	Z	8617-4M		
21/324	P	8617-4M		
		9056-4M		
			H 0 1 L 29/ 78	3 1 1 Y
審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 7 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平5-142529

(22) 出願日 平成5年(1993)5月24日

(71) 出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社

東京都港区赤坂三丁目3番5号

(72) 発明者 宮本 育昌

神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロックス株式会社内

(72) 発明者 布施 マリオ

神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロックス株式会社内

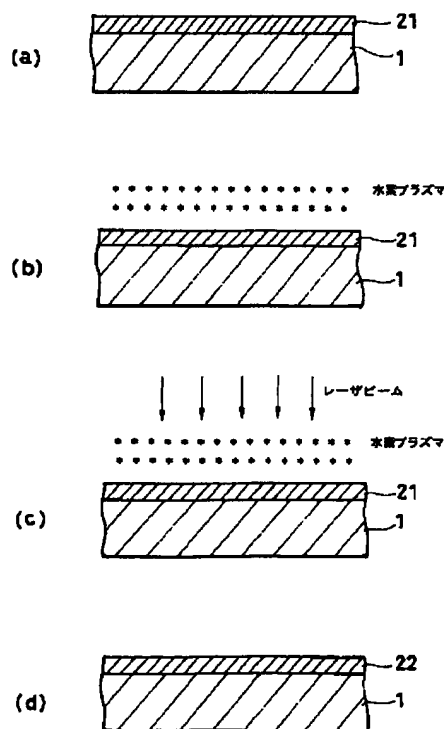
(74) 代理人 弁理士 阪本 清孝 (外1名)

(54) 【発明の名称】 多結晶シリコン膜の製造方法、薄膜トランジスタの製造方法及びリモートプラズマ装置

(57) 【要約】

【目的】 多結晶シリコンを半導体活性層とした薄膜トランジスタの水素化処理方法において、薄膜トランジスタに損傷を与えることなく水素化効率を向上させることを目的とする。

【構成】 絶縁性基板1上に非晶質シリコン膜21を成膜する第1の工程と、水素プラズマ中若しくは水素プラズマを含む雰囲気中で前記非晶質シリコン膜21にレーザービームを照射して多結晶シリコン膜22に再結晶させる第2の工程と、を具備することにより、非晶質シリコン膜21を再結晶させて多結晶シリコン膜22とすると同時に膜内のダングリングボンドを水素で終端させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁性基板上に非晶質シリコン膜を成膜する第1の工程と、水素プラズマ中若しくは水素プラズマを含む雰囲気中で前記非晶質シリコン膜にレーザビームを照射して多結晶シリコン膜に再結晶させる第2の工程と、を具備することを特徴とする多結晶シリコン膜の製造方法。

【請求項2】 絶縁性基板上に非晶質シリコン膜を成膜する第1の工程と、水素プラズマ中若しくは水素プラズマを含む雰囲気中で前記非晶質シリコン膜を水素プラズマで表面処理する第2の工程と、前記第2の工程に連続して水素プラズマ中若しくは水素プラズマを含む雰囲気中で非晶質シリコン膜にレーザビームを照射して多結晶シリコン膜に再結晶させる第3の工程と、前記多結晶シリコン膜をパターンニングして半導体層を形成する第4の工程と、該半導体層を被覆するゲート絶縁膜を形成する第5の工程と、該ゲート絶縁膜上にゲート電極を形成する第6の工程と、該ゲート電極をマスクとしてイオン注入を行ない前記半導体層にソース、ドレイン領域を形成する第7の工程と、を具備することを特徴とする薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項3】 プラズマ発生部と、該プラズマ発生部に連通する導入管部と、該導入管部に連通する方形又は円形の環状管部と、を有し、前記環状管部の環状中心側に複数の孔を形成したことを特徴とするリモートプラズマ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は多結晶シリコン膜及び薄膜トランジスタの製造方法に係り、特に、多結晶シリコンから成る半導体層に水素原子を拡散させて多結晶シリコンのトラップ密度の低減を図る水素化処理の方法、及び前記方法において使用するリモートプラズマ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、アクティブ型の液晶ディスプレイやマトリックス駆動型の密着型イメージセンサの駆動回路のスイッチング素子としては、薄膜積層構造の薄膜トランジスタ(TFT)が用いられている。薄膜トランジスタは、例えば図4に示すように、絶縁性基板11上に堆積された半導体膜をパターンニングして島状の半導体層12を形成し、該半導体層12上にゲート絶縁膜13及び島状のゲート電極14を形成し、ゲート電極14の下方に位置する半導体層12をトランジスタのチャネルとなる活性層領域12aとし、ゲート電極14をマスクとしてイオン注入を行なうことにより、前記活性層領域12aを挟むようにソース領域12b及びドレイン領域12cを形成し、ソース領域12b及びドレイン領域12cは前記ゲート絶縁膜13及び層間絶縁膜15に穿孔されたコンタクト孔16を介して配線電極17、17に接

続して成る電界効果型のトランジスタから構成されている。前記薄膜トランジスタの活性層としては、非晶質シリコン(a-Si)や多結晶シリコン(Poly-Si)が用いられるが、駆動回路を一体化する場合、動作速度の速い多結晶シリコン膜で形成する必要がある。

【0003】 多結晶シリコンを活性層とする薄膜トランジスタにおいては、多結晶シリコンの結晶粒界のシリコンの未結合手によるトラップ準位が存在するので、キャリアの捕獲が発生して粒界に沿った障壁ポテンシャルが形成され、トランジスタ特性の一つであるキャリア移動度が低下するという欠点があった。

【0004】 上記欠点を除くため、従来、薄膜トランジスタの作製後に多結晶シリコンの結晶粒界に水素原子を導入し、シリコンの未結合手と結合させてトラップ密度を低減させる水素化処理が行なわれていた。上記水素化処理の具体的な方法としては、例えば、特開昭64-53553号公報に示されるように、前記図4に示すような薄膜トランジスタの作製後に、水素雰囲気中で、200～600℃、10気圧程度の加圧、加熱処理により水素原子を拡散させることが提案されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記処理方法によれば、熱拡散により水素を層間絶縁膜15及び配線電極17を介して半導体層12中に導入するため、水素処理効率が低いという問題点がある。また、容器にて水素の加圧、加熱処理を行なうので、容器に些細なきずが存在する場合においても、水素が大気中に漏れる可能性があり、実用上問題があった。

【0006】 本発明は上記実情に鑑みてなされたもので、多結晶シリコンを半導体活性層とした薄膜トランジスタの水素化処理方法において、薄膜トランジスタに損傷を与えることなく水素化効率を向上させることができる多結晶シリコン膜の製造方法及びその方法で使用するリモートプラズマ装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 上記従来例の問題点を解消するため、請求項1に記載された多結晶シリコン膜の製造方法は、絶縁性基板上に非晶質シリコン膜を成膜する第1の工程と、水素プラズマ中若しくは水素プラズマを含む雰囲気中で前記非晶質シリコン膜にレーザビームを照射して多結晶シリコン膜に再結晶させる第2の工程と、を具備することを特徴としている。

【0008】 請求項2に記載された薄膜トランジスタの製造方法は、次の各工程を具備することを特徴としている。第1の工程として、絶縁性基板上に非晶質シリコン膜を成膜する。第2の工程として、水素プラズマ中若しくは水素プラズマを含む雰囲気中で前記非晶質シリコン膜を水素プラズマで表面処理する。第3の工程として、前記第2の工程に連続して水素プラズマ中若しくは水素プラズマを含む雰囲気中で非晶質シリコン膜にレーザビ

ームを照射して多結晶シリコン膜に再結晶させる。第4の工程として、前記多結晶シリコン膜をパターンニングして半導体層を形成する。第5の工程として、前記半導体層を被覆するゲート絶縁膜を形成する。第6の工程として、前記ゲート絶縁膜上にゲート電極を形成する。第7の工程として、前記ゲート電極をマスクとしてイオン注入を行ない前記半導体層にソース、ドレイン領域を形成する。

【0009】請求項3に記載されたリモートプラズマ装置は、プラズマ発生部と、該プラズマ発生部に連通する導入管部と、該導入管部に連通する方形又は円形の環状管部と、を有し、前記環状管部の環状中心側に複数の孔を形成したことを特徴としている。

【0010】

【作用】請求項1の発明方法によれば、水素プラズマ中でレーザアニールすることにより、非晶質シリコン膜を再結晶させて多結晶シリコン膜とすると同時に膜内のダングリングボンドを水素で終端させる。

【0011】請求項2の発明方法によれば、第2の工程において、水素プラズマによって非晶質シリコン膜の表面処理を行なうことにより、非晶質シリコン膜の表面に形成された自然酸化膜を還元し、膜中の酸素濃度を低減させることにより、後の工程のレーザアニール時における膜内への酸素の混入を防止する。また、ゲート絶縁膜の形成前に、水素プラズマ雰囲気中でのレーザアニール照射により半導体層の水素化処理を行なうので、半導体層への水素原子の導入は直接行なわれ、水素化処理を効率よく行なうことができる。

【0012】請求項3の発明によれば、方形又は円形の環状管部を設けているので、環状管部の内側に絶縁性基板を配置すれば、プラズマ雰囲気をつくりだす際に、環状管部の孔からプラズマが流出し、絶縁性基板面において均一にプラズマを導入させることができる。

【0013】

【実施例】本発明に係る薄膜トランジスタの製造方法の一実施例について、図面を参照しながら説明する。図1及び図2は、本発明方法を適用した薄膜トランジスタの製造工程断面説明図である。ガラス基板上に二酸化シリコンをECR-CVD法により5000オングストロームの膜厚に堆積して絶縁基板1を形成し、この絶縁基板1にLPCVD法、PECVD法、ECR-CVD法、スパッタ法、真空蒸着法等により1000オングストロームの膜厚に非晶質シリコン膜21を堆積する(図1(a))。

【0014】次に、BHF処理を施し、前記非晶質シリコン膜21上に形成された自然酸化膜の除去を行なう。次に、図3(a)及び(b)に示すようなレーザアニール用のチャンバ50内に絶縁基板1を挿入する。チャンバ50内には、絶縁基板1を保温するヒータ部51が形成され、また、上面に石英窓部52が形成されている。

チャンバ50上方にはエキシマレーザ装置53が設置され、エキシマレーザ装置53から出射されたレーザビーム54は、ホモジナイザ55を通して整形されたレーザビーム56となり、前記石英窓部52を介してチャンバ50内に導かれ、ヒータ部51上に載置された絶縁基板1の表面を照射するようになっている。

【0015】また、チャンバ50内には、リモートプラズマ装置60の方形環状管部61が配置されている。方形環状管部61の各管61a、61b、61c、61dは、断面が長方形に形成され、ヒータ部51に載置される絶縁基板1の各辺に沿うように配置されている。また、各管の環状中心方向側の側面には、図3(c)に示すように複数の孔62が穿孔され、この孔62よりプラズマが流出するようになっている。前記方形環状管部61の管部61cは、その中央部において、チャンバ50の外部に設置したプラズマ発生部63に導入管部64を介して連結されている。また、チャンバ50の内部は、排気部57に連通されている。

【0016】上記したチャンバ50の内部を真空中に引いた後、チャンバ50内部と連結されたリモートプラズマ装置60のプラズマ発生部63より水素プラズマを導入し、前記絶縁基板1を10分間水素プラズマに曝すことにより表面処理を行ない、チャンバ内部に絶縁基板1を移動する際に生じた自然酸化膜を完全に還元する(図1(b))。水素プラズマの流出は、前記した方形環状管部61の孔62より絶縁基板1の周囲からなされるので、絶縁基板1の表面に水素プラズマの水素ラジカルを、その寿命中に効率よく且つ均一に導入させることができる。また、この表面処理を行なう際、プラズマパワーが高すぎる場合や、処理時間が長いと非晶質シリコン膜21に水素が拡散してしまい、後述のレーザアニール時に水素が爆発的に噴出し、著しく表面性を劣化させてしまうので注意する必要がある。

【0017】続いて、リモートプラズマ装置60から水素プラズマを導入したままで、絶縁基板1の非晶質シリコン膜21の表面に、エキシマレーザ装置53により発生させたKrFエキシマレーザ光( $\lambda=248\text{nm}$ )を $450\text{mJ}/\text{cm}^2$ の密度で照射し、レーザアニールを行なう(図1(c))。このレーザアニールにより非晶質シリコン膜21は溶解し、また、水素プラズマ雰囲気中で行なわれるので、冷却される際に結晶化と同時に水素プラズマによるダングリングボンドの水素終端(水素化処理)が行なわれた多結晶シリコン膜22が形成される(図1(d))。すなわち、多結晶シリコン膜22において、粒界のシリコン・ダングリングボンド(シリコンの未結合手)に水素を結合させることにより不活性化させ、電気的に中性化してトラップ密度を低減させる。

【0018】次いで、フォトリソグラフィ及びエッチング法により前記多結晶シリコン膜22を島状にパターンニングして半導体層2を形成する。次に、ECR-CV

D法、PE-CVD法やスパッタ法等により室温で二酸化シリコンを堆積して膜厚1000オングストロームのゲート絶縁膜3を形成する。続いて、例えばLPCVD法によりポリシリコン膜を成膜し、このポリシリコン膜をフォトリソ法によりパターンニングしてゲート電極4を形成する(図2(a))。

【0019】ゲート電極4をマスクとして前記半導体層2にイオンドープ法により不純物(リン若しくはボロン)の導入を行ない、ゲート電極4を挟んで対峙する半導体層2にソース領域2b及びドレイン領域2cを形成し、レーザアニールを行なってソース領域2b・ドレイン領域2cに導入されたドーパントを活性化する(図2(b))。ソース領域2bとドレイン領域2cとの間の半導体層2部分は、薄膜トランジスタのチャネル部分となる活性領域2aが形成されている。また、前記ドーパントの活性化は、レーザアニールにより行なうので、プロセス温度を370℃以下とすることができる。

【0020】その後、導入した水素原子が逃げないように、300～350℃程度の基板温度でシリコン酸化膜等を堆積して層間絶縁膜5を形成する(図2(c))。そして、ソース領域2b及びドレイン領域2c上に位置するゲート絶縁膜3及び層間絶縁膜5にコンタクト孔6を穿孔し、アルミニウム等の金属膜を着膜及びパターンニングして配線電極7を形成する(図2(d))。

【0021】従来例の水素化処理方法によれば、層間絶縁膜15及びゲート絶縁膜13を通して水素を拡散させていたのに対し、上記実施例によれば、ゲート絶縁膜3及び層間絶縁膜5の形成前に、半導体層2の水素化処理を、水素雰囲気中でのレーザビームの照射と同時に行なうので、半導体層2への水素原子の導入は直接行なわれ、水素化処理効率の向上を図ることができる。従って、 $H^+$ プラズマパワーを低く設定することが可能となり、チャネル領域2aとゲート絶縁膜3との界面等に発生する固定電荷を少なくすることができ、しきい値電圧 $V_{th}$ を安定させることができる。また、半導体層2にはチャネル領域2a、ソース領域2b、ドレイン領域2cを問わず均一に水素を導入することができる。

【0022】また、多結晶シリコン膜22を形成するレーザアニール前に、水素プラズマにより非晶質シリコン膜21の表面処理を行なうことにより自然酸化膜を還元し、多結晶シリコン膜22に含まれる酸素の量が減少することによりトラップ準位が減少する。その結果、次工程のレーザアニール時における膜内への酸素の混入を防止して、薄膜トランジスタの特性を向上させることができる。また、ゲート絶縁膜3の堆積、ソース・ドレイン領域2b、2cの形成等においては、プロセス温度を低く抑えることができる方法を使用しているため、プロセスの最高温度を水素の脱離する370℃より低く抑えることができ、チャネル領域2aのダングリングボンドから水素が脱離することを防止でき、薄膜トランジスタの

しきい値電圧を良好な値とすることができる。更に、プロセス温度を低く抑えることにより、絶縁基板1としてガラス基板を用いた場合のガラスの歪や伸縮の発生を防止することができる。

【0023】上記実施例においては、リモートプラズマ装置60により水素プラズマを発生させたが、例えば、プラズマ発生部を有するチャンバを使用し、チャンバ内部に直接水素プラズマを発生させてもよい。再結晶化のためのレーザは、XeCl、XeF、ArF等のエキシマレーザ、Arレーザ等、レーザアニールに使用されるレーザであればいずれのレーザであってもよい。また、ゲート絶縁膜3を形成する二酸化シリコンは、ECRCVD法、PE-CVD法やスパッタ法等により堆積したが、370℃以下の温度で堆積可能であれば、その他の方法で行なってもよい。また、ゲート電極4はポリシリコン膜の他に、アルミニウム(Al)、モリブデン(Mo)、クロム(Cr)、チタン(Ti)等の金属膜、或いはPtSi、TiSi、MoSi等のシリサイド膜で形成してもよい。

#### 【0024】

【発明の効果】請求項1の方法によれば、半導体層の水素化処理を、非晶質シリコン膜を水素プラズマ中でレーザアニールすることにより、再結晶化と同時に水素化処理して多結晶シリコン膜を得る際に行なっているため、半導体層への水素原子の導入は直接行なわれ、水素化処理を効率良く行なって処理時間を短縮することができる。

【0025】請求項2の方法によれば、更に、レーザアニール前に非晶質シリコン膜を水素プラズマ処理して表面酸化膜を還元することができるので、トラップ準位を減少させて、次工程のレーザアニール時における膜内への酸素の混入を防止し、薄膜トランジスタの特性の向上を図ることができる。また、多結晶シリコン膜の形成時に同時に水素化処理を行なうので、薄膜トランジスタの配線電極等への損傷を生じさせることがなく、スループットの向上を図ることができる。

【0026】請求項3の装置によれば、方形又は円形の環状管部を設けているので、環状管部の内側に基板を配置すれば、プラズマ雰囲気をつくりだす際に、環状管部の孔からプラズマが流出し、環状管部の内側に設置された絶縁基板面において均一にプラズマを導入させることができ、前記方法において適したプラズマ雰囲気を作成することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 (a)ないし(d)は、本発明の一実施例による薄膜トランジスタの製造方法を示す製造工程図である。

【図2】 (a)ないし(d)は、本発明の一実施例による薄膜トランジスタの製造方法を示す製造工程図である。

【図3】 (a) 及び (b) は、上記実施例を実施するための装置の概要説明図、(c) はリモートプラズマ装置の方形環状管の一部分の斜視説明図である。

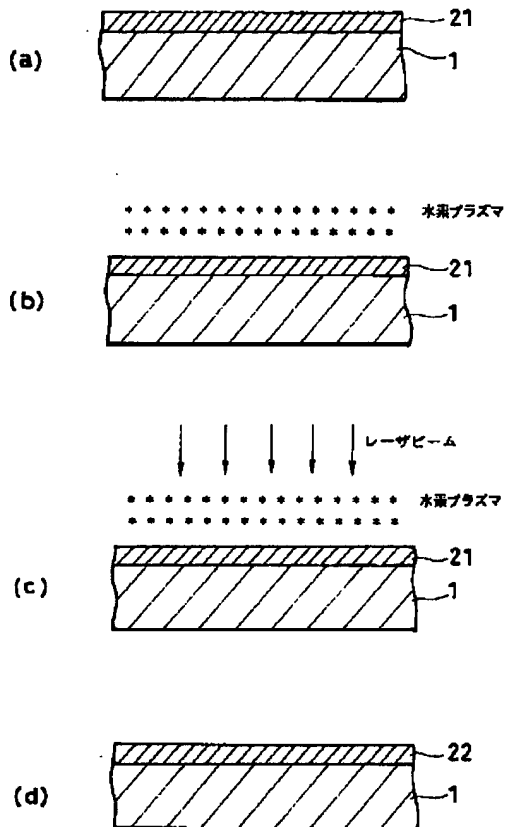
【図4】 薄膜トランジスタの断面説明図である。

【符号の説明】

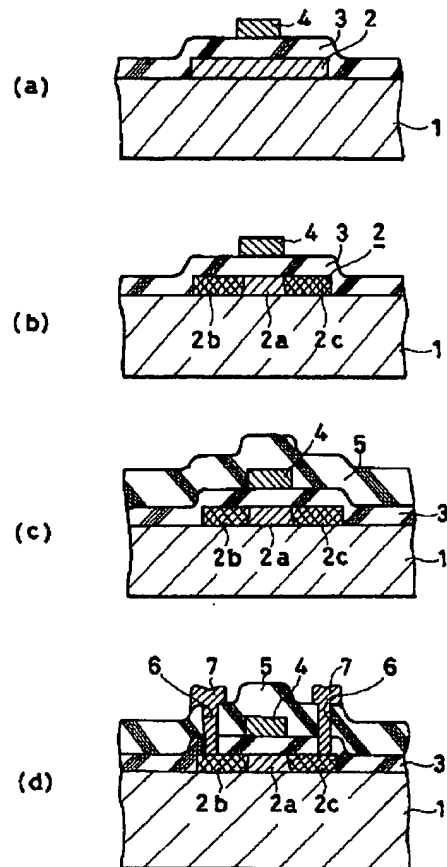
1…絶縁基板、 2…半導体層、 2a…活性領域、

2b…ソース領域、 2c…ドレイン領域、 3…ゲート絶縁膜、 4…ゲート電極、 5…層間絶縁膜、 6…コンタクト孔、 7…配線電極、 21…非晶質シリコン膜、 22…多結晶シリコン膜、 60…リモートプラズマ装置、 61…方形環状管部、 62…孔、 63…プラズマ発生部、 64…導入管部

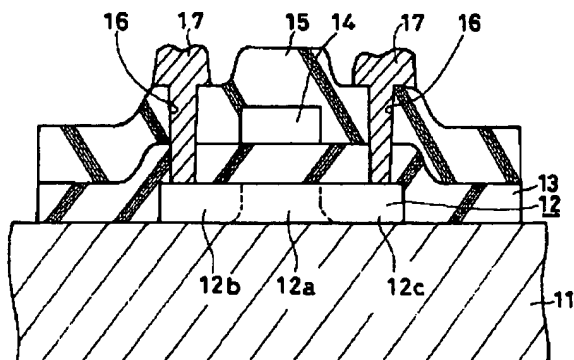
【図1】



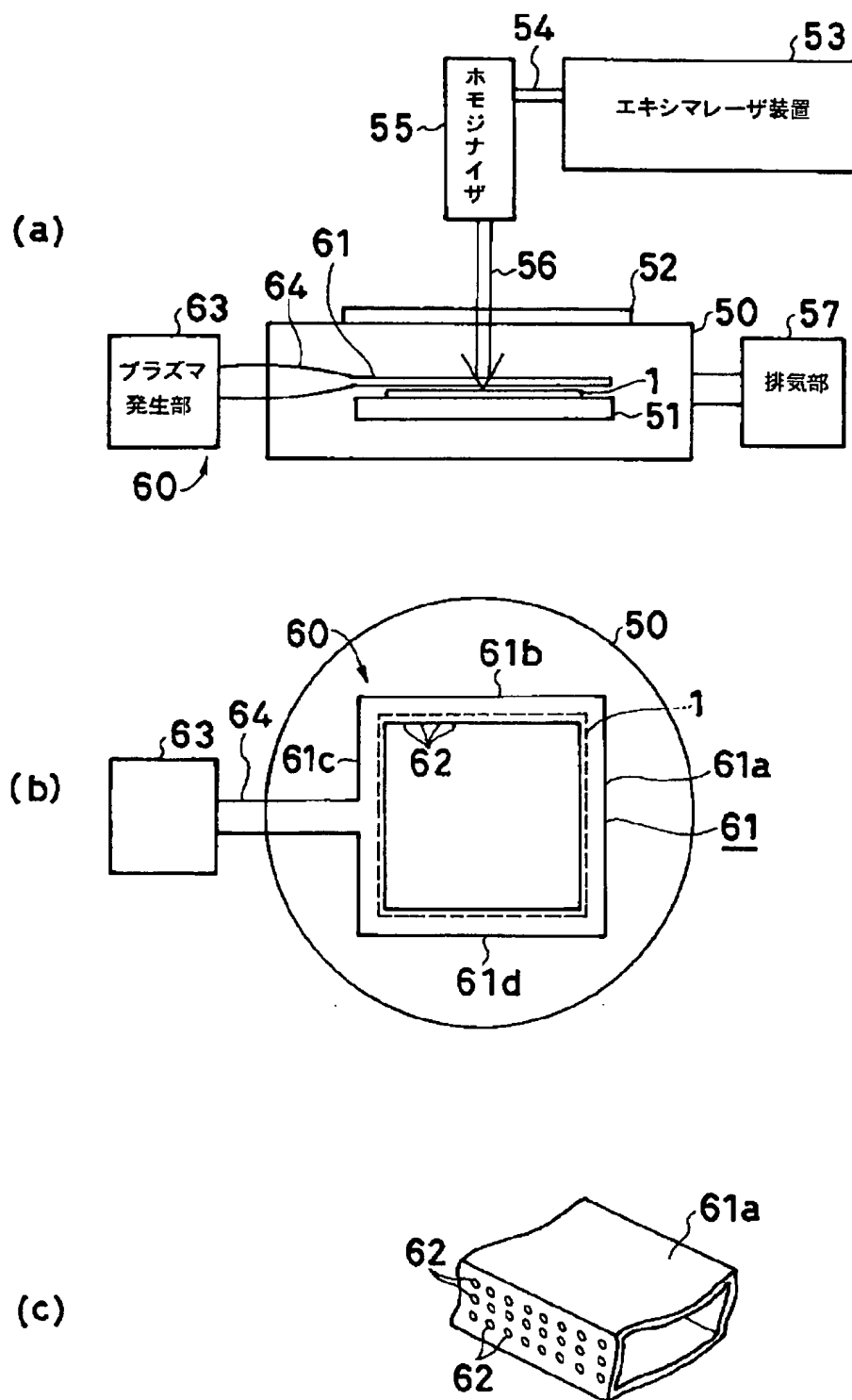
【図2】



【図4】



【図3】



フロントページの続き

(51)Int. Cl. <sup>5</sup>

H 0 1 L 21/336

29/784

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所



1 / 1